



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111606468 B

(45) 授权公告日 2021.01.01

(21) 申请号 202010393318.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.05.11

G02F 9/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 何慧

申请公布号 CN 111606468 A

(43) 申请公布日 2020.09.01

(73) 专利权人 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司

地址 200092 上海市杨浦区中山北二路901号

(72) 发明人 张辰 张欣 董磊 陈嫣 崔贺 杨一烽

(74) 专利代理机构 上海世圆知识产权代理有限公司 31320

代理人 陈颖洁

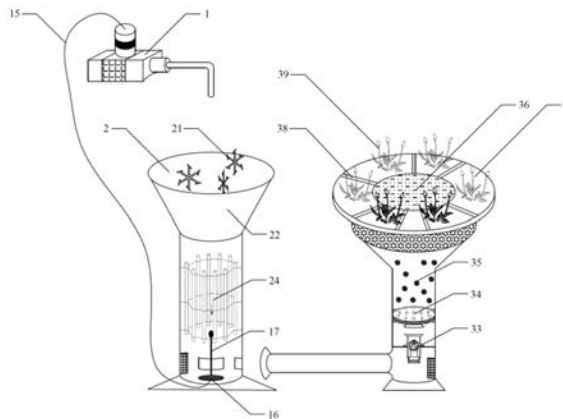
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于河道排口病毒防控的多级处理系统及运行方法

(57) 摘要

本发明公开了用于河道排口病毒防控的多级处理系统及运行方法,其特点是该多级处理系统由氧化剂供应模块、紫外氧化联用模块和生物生态处理模块组成,所述氧化剂供应模块置于河道排口附近,用于向紫外氧化联用模块供应双氧化水、二氧化氯溶液及臭氧等绿色氧化剂;所述紫外氧化联用模块通过紫外和多种氧化剂的联合作用,对排口出水中的病毒进行高效灭活,并兼具水质净化和臭味去除功能;所述生物生态处理模块通过微生物的分解和同化作用、滤膜的截留和过滤作用以及植物根系的吸附和吸收作用实现排口出水的深度处理。本发明与现有技术相比具有良好的环境、生态、社会及经济收益等优点,实现排口出水的病毒防控、水质净化及恶臭去除目标。



1. 用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于该多级处理系统由氧化剂供应模块(1)、紫外氧化联用模块(2)和生物生态处理模块(3)组成,所述氧化剂供应模块(1)包括:氧化剂供应舱(11)、液态氧化剂出料泵(12)、气态氧化剂出料泵(14)、微孔曝气盘(16)、多功能探头(17)和电控器(18);所述氧化剂供应舱(11)由双氧水储舱(111)、二氧化氯溶液储舱(112)和臭氧发生器(113)组成;所述液态氧化剂出料泵(12)与双氧水储舱(111)、二氧化氯溶液储舱(112)相连,且由液态氧化剂输送管(13)将双氧水、二氧化氯溶液输至紫外氧化联用模块(2);所述气态氧化剂出料泵(14)由输气管与微孔曝气盘(16)连接;所述紫外氧化联用模块(2)由设置在反应室(23)内的联动叶轮(21)和紫外灯(24)组成;所述反应室(23)顶部为敞口的喇叭状集水口(22),其内设有数个联动叶轮(21),下部为设有数个出水孔(25)的圆桶,其内设有微孔曝气盘(16)、多功能探头(17)和数个紫外灯(24);所述生物生态处理模块(3)由设置在桶体(32)内的潜水泵(33)、升流布水器(34)和微孔滤膜(36)组成;所述桶体(32)顶部为敞口的喇叭状,其内设有微孔滤膜(36)和水生植物(39),桶体(32)的中部设有与潜水泵(33)连接的升流布水器(34),其上方设置数个悬浮生物球(35),桶体(32)的底部设有导流筒(31)与反应室(23)下部的出水孔(25)连接;所述电控器(18)与液态氧化剂出料泵(12)、气态氧化剂出料泵(14)、多功能探头(17)和联动叶轮(21)为电连接,且根据多功能探头(17)监测的紫外辐照强度和水质情况调节臭氧发生器(113)的臭氧产量和气态氧化剂出料泵(14)的泵出气量。

2. 根据权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于所述生物生态处理模块(3)为数个,且围绕紫外氧化联用模块(2)设置。

3. 根据权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于所述水生植物(39)由种植垫(38)设置在微孔滤膜(36)上方,所述微孔滤膜(36)由固定环(37)水平设置于桶体(32)顶部的喇叭口内;所述种植垫(38)固定设置在固定环(37)上。

4. 根据权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于所述悬浮生物球(35)设置在升流布水器(34)与微孔滤膜(36)之间。

5. 根据权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于所述反应室(23)底部设有清除淤泥的清掏门(27)。

6. 根据权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于所述紫外灯(24)由灯架固定设置在反应室(23)内,其紫外线波长为185 ~ 254 nm,辐照强度为10 ~ 50 mJ/cm²。

7. 权利要求1所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统的运行方法,其特征在于该多级处理系统利用物理、化学、生物及生态方法,实现排口出水的病毒防控以及水质净化和去除恶臭,其具体运行包括以下步骤:

a步骤:将氧化剂供应模块(1)、紫外氧化联用模块(2)和生物生态处理模块(3)设置在河道排口(4)及其附近水域,并实现系统的供电;

b步骤:当氧化剂供应模块(1)的电控器(18)检测到紫外氧化联用模块(2)的联动叶轮(21)转动时,液态氧化剂出料泵(12)开始通过液态氧化剂输送管(13)向紫外氧化联用模块(2)的集水口(22)上方添加双氧水和二氧化氯溶液,同时气态氧化剂出料泵(14)通过气态氧化剂输送管(15)和微孔曝气盘(16)向紫外氧化联用模块(2)的反应室(23)中供应臭氧微气泡;

c步骤:排口出水(5)经紫外氧化联用模块(2)的联动叶轮(21)缓冲消能,搅拌混合后在反应室(23)通过紫外、双氧水、二氧化氯和臭氧的联合作用,实现排口出水(5)的病毒消毒灭杀和污染物去除;

d步骤:经紫外氧化联用模块(2)处理后的排口出水(5)则由反应室(23)下部出水孔(25)流出,通过导流筒(31)进入生物生态处理模块(3)的桶体(32)内,在潜水泵(33)和升流布水器(34)的提升和配水作用下,依次流经悬浮生物球(35)、微孔滤膜(36)、植物种植垫(38)及水生植物(39),将水中的病毒和污染物通过微生物转化、滤膜截留、基质吸附和植物吸收的综合作用得以深度去除。

8. 根据权利要求7所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统的处理方法,其特征在于所述氧化剂供应模块(1)的双氧水与二氧化氯溶液的流量均为 $10\sim 100\text{ L/m}^3$,且保证 $\geq 20\%$ 的充满度;所述双氧水纯度为 $20\%\sim 80\%$,二氧化氯溶液浓度为 $50\sim 500\text{ mg/L}$;所述气态氧化剂出料泵(14)泵出的气体压强为 $1.5\sim 10\text{ atm}$,其臭氧浓度为 $1\sim 10\text{ mg/L}$ 。

9. 根据权利要求7所述用于河道排口病毒防控的多级处理系统的处理方法,其特征在于所述潜水泵(33)的流量为 $5\sim 50\text{ m}^3/\text{h}$,扬程为 $1\sim 5\text{ m}$;所述悬浮生物球(35)的材质为PE、PP或合成纤维,其密度 $\rho=1\text{ g/cm}^3$;所述水生植物(39)的种类包括香蒲、菖蒲、水葱、千屈菜、空心菜或水芹菜,种植密度为 $10\sim 30\text{ 株/m}^2$ 。

用于河道排口病毒防控的多级处理系统及运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及市政污水处理技术领域,具体的说是用于河道排口病毒防控的多级处理系统及运行方法。

背景技术

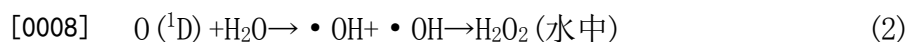
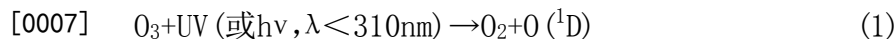
[0002] 排放口作为城镇排水系统的重要组成部分,承担着向地表水体排放雨水或经污水处理厂处理后进入地表水体等功能,是排水系统提质增效行动中值得关注的重要一环,相关研究表明,河道管口出是微生物重要的载体库,存在多种人类病毒和致病菌。

[0003] 2019-nCoV病毒可能存在从马桶到排水管网、再到排放口、最终进入地表水体的潜在传输与暴露路径。如果携带大量病毒或致病菌的废水通过排放口流入地表水体,易造成病毒扩散至水源地,进入饮用水处理与给水系统,危害公共卫生和人体健康。另外,由于排放口存在落差跌落或出流湍急等缘故,飞溅的水花易形成气溶胶,进而增加了周围居民或过往行人感染风险,甚至引发超级传播事件。

[0004] 活体病毒到达排放口的主要途径包括:①病毒感染者产生的生活污水进入合流制排水管网,雨天时病毒随之到达排放口并排入地表水体;②存在雨污混接的分流制雨水管道同样存在上述问题;③地表径流裹挟地表病毒进入分流制雨水管网;④病毒感染者在户外产生的痰液、飞沫、触摸品等,经雨水冲刷进入雨水口,继而进入排水系统;⑤排水管道中的沉积物为病毒繁殖、孳生提供了有利环境,雨天放江时携带病毒的沉积物经排放口排出。病毒具有多种进入排水管网的途径,其源头极为分散,故不易从排水系统的源头杜绝病毒的侵入和接种。但排水管网中的废水最终都将从排放口排出,相比之下,在排水系统末端的排放口进行病毒灭除更加具有可行性。

[0005] 目前,水处理领域针对病菌灭除的方法主要包括:紫外辐照、臭氧氧化、强氧化剂氧化和加氯消毒等。考虑到排放口与地表水体相连的环境生态敏感性,采用无二次污染的臭氧、双氧水、二氧化氯等环保氧化剂与紫外辐照联用的处理工艺。相关研究表明,多种氧化剂和紫外联用可提升对水中病毒灭除及污染物去除效率,取得比单一氧化剂或单一紫外辐照所不具备的处理效果。例如:单纯臭氧与有机物的反应是有选择性的,而且不能将有机物彻底分解为CO₂和H₂O;若采用臭氧和紫外工艺联用,则能有效提高氧化速率和效率。

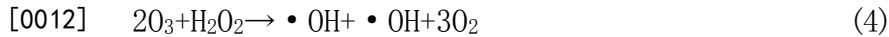
[0006] 臭氧和紫外联用净水和除臭的作用原理如下述(1)~(3)反应式所示:其中O₃表示臭氧,UV表示紫外辐射,hv表示光解,O(¹D)表示激发态氧原子,·OH表示羟基自由基,H₂O₂表示双氧水。



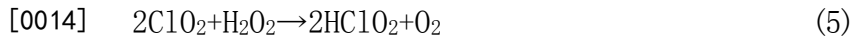
[0010] 其中,O₃表示臭氧,UV表示紫外辐射,hv表示光解,O(¹D)表示激发态氧原子,·OH表示羟基自由基,H₂O₂表示双氧水。

[0011] 又如臭氧和双氧水联用也能产生耦合强化作用,其反应原理如下述(4)反应式所

示:



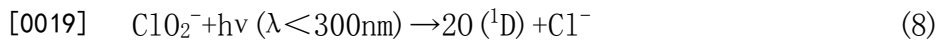
[0013] 而二氧化氯和双氧水反应可产生具有强氧化性的次氯酸,其反应原理如下述(5)反应式所示:



[0015] 双氧水和紫外联用亦具有耦合强化作用,其反应原理如下述(6)反应式所示:



[0017] 又如二氧化氯溶液和紫外联用(R表示有机反应物,R*表示有机反应产物),其作用原理如下述(7)~(8)反应式所示:



[0020] 所以如能在排放口采用多种氧化剂和紫外联用工艺对污水中的病毒及污染物进行去除,将取得满意的处理效果。相关领域的学者也提出:水处理领域的病毒防控不能忽视生物处理工艺的应用。如MBR工艺对污水中病毒的去除率明显优于加氯消毒。事实上,微生物的分解和同化作用、滤膜的截留和过滤作用、基质及植物根系的吸附和吸收作用,均能有效去除水中的病毒。

[0021] 综上所述,市政污水处理主要采用生物膜法、微孔滤膜及生态浮床工艺,而对污染病毒或致病菌的废水则采用紫外辐照、臭氧氧化、强氧化剂氧化和加氯等进行消毒灭杀。

发明内容

[0022] 本发明的目的是针对现有技术不足而提供的用于河道排口病毒防控的多级处理系统及运行方法,采用紫外与氧化结合生物膜的多级处理技术,通过氧化剂氧化、紫外辐照,以及光催化、生物膜、水生植物和微孔滤膜等联合作用,实现排放口出水的病毒阻断、淤泥去除、水质净化及恶臭处理,不仅可有效实现排口出水的病毒防控,还能有效降解水中的多种难降解有机物,氧化氨氮、硫化物等还原性恶臭物质,水生植物也能在美化景观的同时吸收水体中的多种污染物,系统结构和方法简便,具由水质净化、空气质量改善、景观价值提升等综合效能,效果良好,实用价值高。

[0023] 为实现本发明目的,本发明的技术方案是:一种用于河道排口病毒防控的多级处理系统,其特征在于该多级处理系统由氧化剂供应模块、紫外氧化联用模块和生物生态处理模块组成。进一步地,所述氧化剂供应模块包括:氧化剂供应舱、液态氧化剂出料泵、气态氧化剂出料泵、微孔曝气盘、多功能探头和电控器;所述氧化剂供应舱由双氧水储舱、二氧化氯溶液储舱和臭氧发生器组成;所述液态氧化剂出料泵与双氧水储舱、二氧化氯溶液储舱相连,且由液态氧化剂输送管将双氧水、二氧化氯溶液输至紫外氧化联用模块;所述气态氧化剂出料泵由输气管与曝气盘连接;所述紫外氧化联用模块由设置在反应室内的联动叶轮和紫外灯组成;所述反应室顶部为敞口的喇叭状集水口,其内设有数个联动叶轮,下部为设有数个出水孔的圆桶,其内设有微孔曝气盘、多功能探头和数个紫外灯;所述生物生态处理模块由设置在桶体内的潜水泵、升流布水器和微孔滤膜组成;所述桶体顶部为敞口的喇叭状,其内设有微孔滤膜和水生植物,桶体的中部设有与潜水泵连接的升流布水器,其上方设置数个悬浮生物球,桶体的底部设有导流筒与反应室下部的出水孔连接;所述电控器与

液态氧化剂出料泵、气态氧化剂出料泵、多功能探头和联动叶轮为电连接,且根据多功能探头监测的紫外辐照强度和水质情况调节臭氧发生器的臭氧产量和气态氧化剂出料泵的泵出气量。

[0024] 河道排口出水依次经过氧化剂供应模块、紫外氧化联用模块及生物生态处理模块的多级处理后排至河道;所述氧化剂供应模块置于河道排口附近,用于向紫外氧化联用模块供应多种氧化剂;所述紫外氧化联用模块通过紫外和多种氧化剂的联合作用,对排口出水中的病毒进行高效灭活,并兼具水质净化和臭味去除功能;所述生物生态处理模块围绕所述紫外氧化联用模块设置,其通过微生物的分解和同化作用、滤膜的截留和过滤作用、基质及植物根系的吸附和吸收作用,实现排口出水的深度处理。

[0025] 进一步地,所述生物生态处理模块为数个,且围绕紫外氧化联用模块设置。

[0026] 进一步地,所述水生植物由种植垫设置在微孔滤膜上方,所述微孔滤膜由固定环水平设置于桶体顶部的喇叭口内,用于截留和滤除上升水流中的病毒和不溶性颗粒物;所述种植垫固定设置在固定环上,用于种植水生植物;所述植物种植垫包括框网、基质和流槽;所述框网位于所述滤膜固定环的上方,用于装填所述基质;所述基质的材质为陶粒、沸石、蛭石、生物炭、棕丝或毛毡;所述流槽呈凹槽形,其数量为3~30个,均匀分布于所述基质的上表面,用于将经过悬浮生物球和微孔滤膜处理的水体导流至河水中。

[0027] 进一步地,所述悬浮生物球设置在升流布水器与微孔滤膜之间。

[0028] 进一步地,所述反应室底部设有清除淤泥的清掏门。

[0029] 进一步地,所述紫外灯由灯架固定设置在反应室内,其紫外线波长为185~254nm,辐照强度为10~50mJ/cm²;所述灯架的材质为SS316L或防腐合金;所述出水孔的外形为圆形、长方形或菱形,面积为10~1000cm²。

[0030] 进一步地,所述的用于河道排口病毒防控的多级处理系统可利用物理、化学、生物及生态方法,实现排口出水的病毒防控以及水质净化和去除恶臭,其具体运行包括以下步骤:

[0031] a步骤:将氧化剂供应模块、紫外氧化联用模块和生物生态处理模块设置在河道排口及其附近水域,并实现系统的供电;

[0032] b步骤:当氧化剂供应模块的电控器检测到紫外氧化联用模块的联动叶轮转动时,液态氧化剂出料泵开始通过液态氧化剂输送管向紫外氧化联用模块的集水口上方添加双氧水和二氧化氯溶液,同时气态氧化剂出料泵通过气态氧化剂输送管和微孔曝气盘向紫外氧化联用模块的反应室中供应臭氧微气泡;

[0033] c步骤:排口出水经紫外氧化联用模块(2)的联动叶轮(21)缓冲消能,搅拌混合后在反应室通过紫外、双氧水、二氧化氯和臭氧的联合作用,实现排口出水(5)的病毒消毒灭杀和污染物去除;

[0034] d步骤:经紫外氧化联用模块处理后的排口出水则由反应室下部出水孔,通过导流筒进入生物生态处理模块的桶体内,在潜水泵和升流布水器的提升和配水作用下,依次流经悬浮生物球、微孔滤膜、植物种植垫及水生植物,将水中的病毒和污染物通过微生物转化、滤膜截留、基质吸附和植物吸收的综合作用得以深度去除。

[0035] 进一步地,所述双氧水、二氧化氯溶液从所述液态氧化剂出料泵的泵出流量均为10~100L/m³,且应保证在所述双氧水储舱和所述二氧化氯溶液储舱中具有≥20%的充满

度;所述双氧水纯度为20%~80%,二氧化氯溶液浓度为50~500mg/L;所述气态氧化剂出料泵泵出的气体压强为1.5~10atm,其臭氧浓度为1~10mg/L。

[0036] 进一步地,所述潜水泵的流量为5~50m³/h,扬程为1~5m;所述悬浮生物球的材质为PE、PP或合成纤维,其密度 $\rho=1\text{g}/\text{cm}^2$;所述水生植物的种类包括香蒲、菖蒲、水葱、千屈菜、空心菜或水芹菜,种植密度为10~30株/m²。

[0037] 进一步地,所述多功能探头监测的水体水质包括:溶解氧、氧化还原点位、pH、浊度、温度、总有机碳、氨氮及还原性硫化物。

[0038] 进一步地,所述联动叶轮数量为1~10个,所述联动叶轮的轮毂与发电机的转轴相连,用于将叶轮转动的部分动能转化为电能,从而辅助系统供电。

[0039] 进一步地,所述反应室的底部设用于清除淤泥的清掏门,其平时关闭,定期打开清掏淤泥等杂质,所述清掏门的外形为长方形,面积为20~2000cm²,其开启清掏的频率为1~5次/月。

[0040] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0041] 1) 适用性强

[0042] 通过氧化剂供应模块、紫外氧化联用模块及生物生态处理模块在受纳水体中的合理搭配和布局,能够适应不同型式河道排口的全方位、深层次、高效率病毒防控和水环境改善需求。

[0043] 2) 快捷高效

[0044] 各模块构成的多级处理系统具有比单一工艺更加快捷高效的处理效果,河道排口出水在多级处理模块的处理过程中,病毒和污染物去除率得到了全方位、多层次、深程度的保障。

[0045] 3) 功能多样

[0046] 具有快速灭除河道排口病毒、深度去除氨氮和难降解有机物、改善河道水力循环条件、强化水体自净能力、抑制藻类生长、提升景观美学价值等多种功能。

[0047] 4) 操作灵活

[0048] 系统的各模块可联合运行,达成河道排口出水的多级处理效果;也可在某模块停运检修时单独运行其他模块,以保障特殊情形下的排口出水灭毒、净水和除臭效果。

[0049] 5) 综合收益高

[0050] 能够有效阻断城镇排水系统末端的病毒传播途径,保障和维护公众健康与生态系统安全,改善水环境质量,增进人水亲近程度,从而产生良好的环境、生态、社会及经济收益。

附图说明

[0051] 图1为本发明的多级处理系统结构示意图;

[0052] 图2为氧化剂供应模块结构示意图;

[0053] 图3为紫外氧化联用模块结构示意图;

[0054] 图4为生物生态处理模块结构示意图;

[0055] 图5为本发明的多级处理系统运用示意图;

[0056] 图6为图5为俯视平面示意图。

具体实施方式

[0057] 参阅附图1,本发明由氧化剂供应模块1、紫外氧化联用模块2和生物生态处理模块3组成,所述氧化剂供应模块1包括:氧化剂供应舱11、液态氧化剂出料泵12、气态氧化剂出料泵14、微孔曝气盘16、多功能探头17和电控制器18;所述微孔曝气盘16和多功能探头17设置在紫外氧化联用模块2的反应室23内;所述电控制器18与液态氧化剂出料泵12、气态氧化剂出料泵14、多功能探头17和联动叶轮21为电连接,且根据多功能探头17监测的紫外辐照强度和水质情况调节臭氧发生器113的臭氧产量和气态氧化剂出料泵14的泵出气量。

[0058] 参阅附图2,所述氧化剂供应舱11由双氧水储舱111、二氧化氯溶液储舱112和臭氧发生器113组成;所述液态氧化剂出料泵12与双氧水储舱111和二氧化氯溶液储舱112相连,且由液态氧化剂输送管13将双氧水、二氧化氯溶液输至紫外氧化联用模块2;所述气态氧化剂出料泵14由输气管与曝气盘16连接。

[0059] 参阅附图3,所述紫外氧化联用模块2由设置在反应室23内的联动叶轮21和紫外灯24组成;所述反应室23顶部为敞口的喇叭状集水口22,其内设有数个联动叶轮21,下部为设有数个出水孔25的圆桶,其内设有微孔曝气盘16、多功能探头17和数个紫外灯24;所述反应室23底部设有清除淤泥的清掏门27。

[0060] 参阅附图4,所述生物生态处理模块3由设置在桶体32内的潜水泵33、升流布水器34和微孔滤膜36组成;所述桶体32的顶部为敞口的喇叭状,其内设有微孔滤膜36和水生植物39,桶体32的中部设有与潜水泵33连接的升流布水器34,其上方设置数个悬浮生物球35,桶体32的底部设有导流筒31与反应室23下部的出水孔25连接;所述水生植物39由种植垫38设置在微孔滤膜36上方,所述微孔滤膜36由固定环37水平设置于桶体32顶部的喇叭口内;所述种植垫38固定设置在固定环37上;所述悬浮生物球35设置在升流布水器34与微孔滤膜36之间。

[0061] 所述升流布水器34在所述桶体32内水平放置,其边缘与设在桶体32内壁的轮盘转槽卡合;所述升流布水器34上设有纳水孔和布水孔,纳水孔的数量为单个,其开口向下并置于所述升流布水器34的中心,用于收拢所述提升泵提升的水流;布水孔的数量为5~50个,其开口向上并均匀分布于所述升流布水器34,用于将纳水孔导流的水流均匀向上分配;所述电动机与升流布水器联动并驱动升流布水器自转,所述升流布水器的自转速率为0.2~10r/min;所述升流布水器上设有水槽,用于连通纳水孔和布水孔。

[0062] 通过以下具体实施例对本发明的运行方法作进一步的详细说明。

[0063] 实施例1

[0064] 参阅附图5~图6,本发明利用物理、化学、生物及生态方法,实现排口出水的病毒防控以及水质净化和去除恶臭,其具体运行包括以下步骤:

[0065] a步骤:将氧化剂供应模块1、紫外氧化联用模块2和生物生态处理模块3设置在驳岸7的河道排口4及其附近水域,并实现系统的供电,所述生物生态处理模块3为三个围绕紫外氧化联用模块2设置,且与紫外氧化联用模块2固定设置在河底9上;所述氧化剂供应模块1置于河道排口4附近,用于向紫外氧化联用模块2供应双氧水、二氧化氯溶液及臭氧等绿色氧化剂。排口出水5与氧化剂供应模块1输出的双氧水、二氧化氯溶液一起流入紫外氧化联用模块2的集水口22,所述氧化剂供应模块1的双氧水与二氧化氯溶液的流量均为10~100L/m³,且保证≥20%的充满度;所述双氧水纯度为20%~80%,二氧化氯溶液浓度为50

~500mg/L;所述气态氧化剂出料泵14泵出的气体压强为1.5~10atm,其臭氧浓度为1~10mg/L。

[0066] b步骤:当氧化剂供应模块1的电控器18检测到紫外氧化联用模块2的联动叶轮21转动时,液态氧化剂出料泵12开始通过液态氧化剂输送管13向紫外氧化联用模块2的集水口22上方添加双氧水和二氧化氯溶液,同时气态氧化剂出料泵14通过气态氧化剂输送管15和微孔曝气盘16向紫外氧化联用模块2的反应室23中供应臭氧微气泡;所述紫外灯24由灯架固定设置在反应室23内,其紫外线波长为185~254nm,辐照强度为10~50mJ/cm²。

[0067] c步骤:排口出水5在集水口2经联动叶轮21缓冲消能,并与双氧水和二氧化氯溶液搅拌混合后进入在反应室23,通过紫外、双氧水、二氧化氯和臭氧的联合作用,实现排口出水5的病毒消毒灭杀和污染物去除。

[0068] d步骤:经紫外氧化联用模块2处理后的排口出水5则由反应室23下部出水孔25,其水流8通过导流筒31进入生物生态处理模块3的桶体32,在潜水泵33和升流布水器34的提升和配水作用下,依次流经悬浮生物球35、微孔滤膜36、植物种植垫38及水生植物39,将水中的病毒和污染物通过微生物转化、滤膜截留、基质吸附和植物吸收的综合作用得以深度去除;所述潜水泵33的流量为5~50m³/h,扬程为1~5m;所述悬浮生物球35的材质为PE、PP或合成纤维,其密度 $\rho=1\text{g/cm}^3$;所述水生植物39的种类包括香蒲、菖蒲、水葱、千屈菜、空心菜或水芹菜,种植密度为10~30株/m²。

[0069] 所述排口出水5依次经过氧化剂供应模块1、紫外氧化联用模块2和生物生态处理模块3的多级处理后排至河道水面。本发明充分利用接纳水体的水域空间,通过各功能模块的精巧设计与多级搭配,综合利用物理、化学、生物及生态方法,实现排口出水的病毒防控、水质净化及恶臭去除目标。以上各实施例只是对本发明做进一步说明,并非用以限制本发明专利,凡为本发明的等效实施,均应包含于本发明专利的权利要求范围之内。

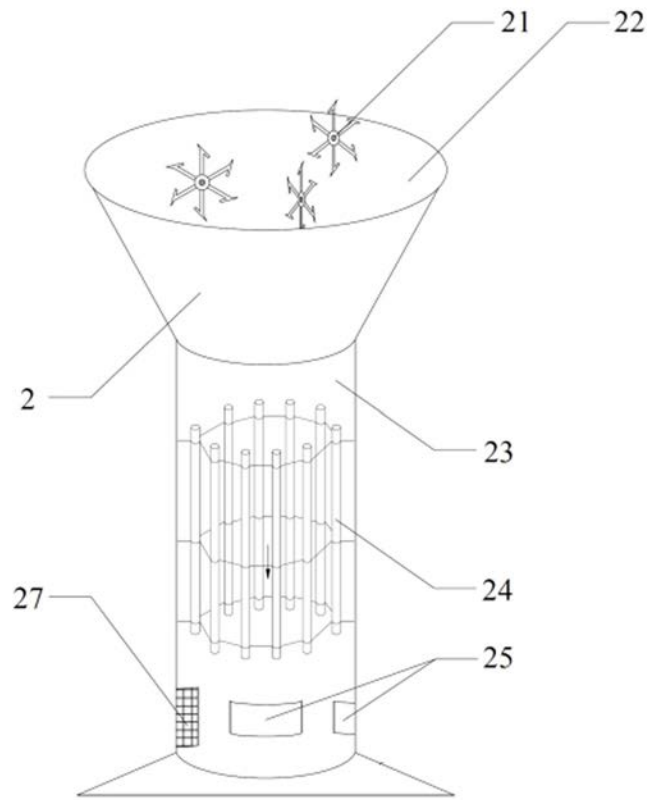


图3

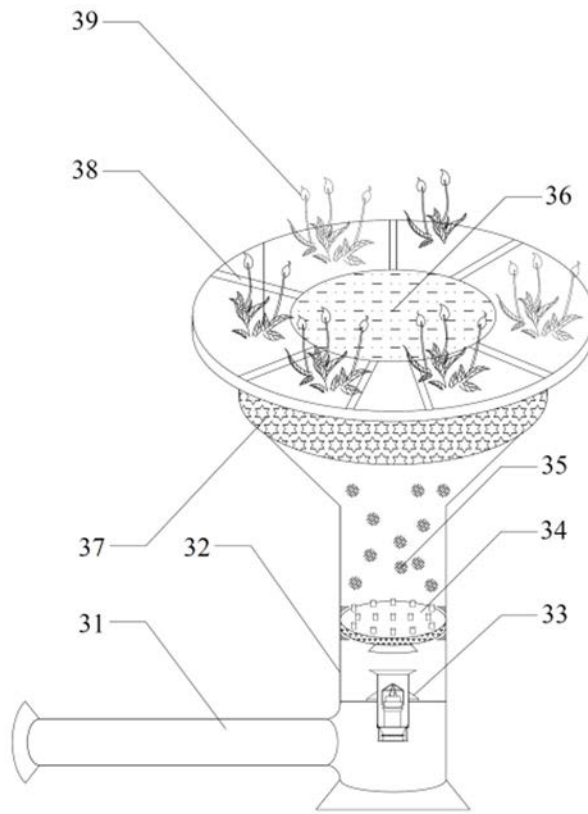


图4

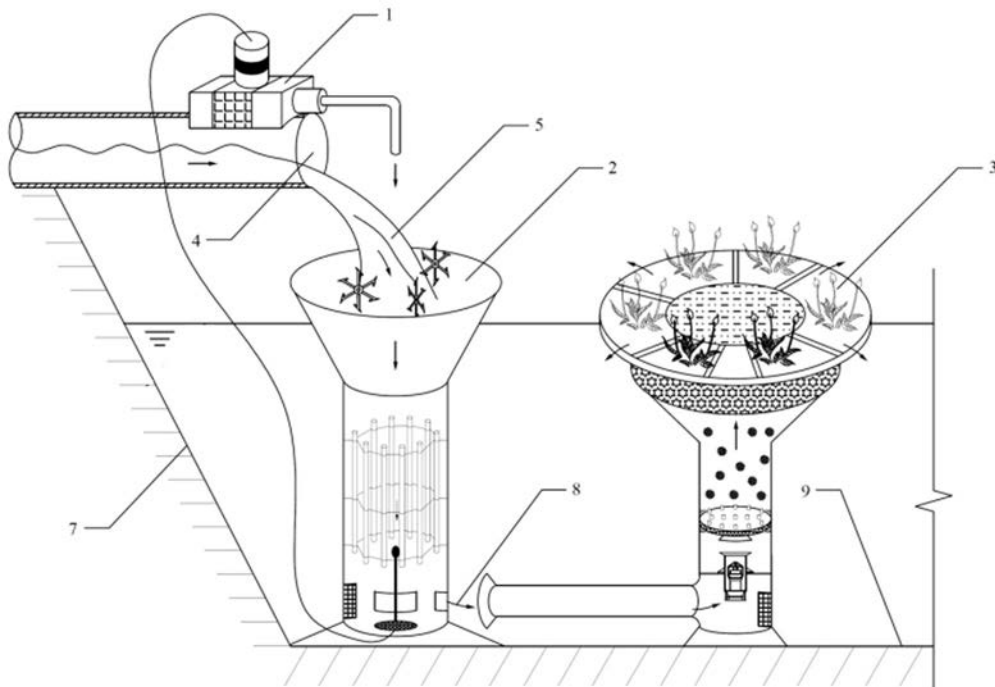


图5

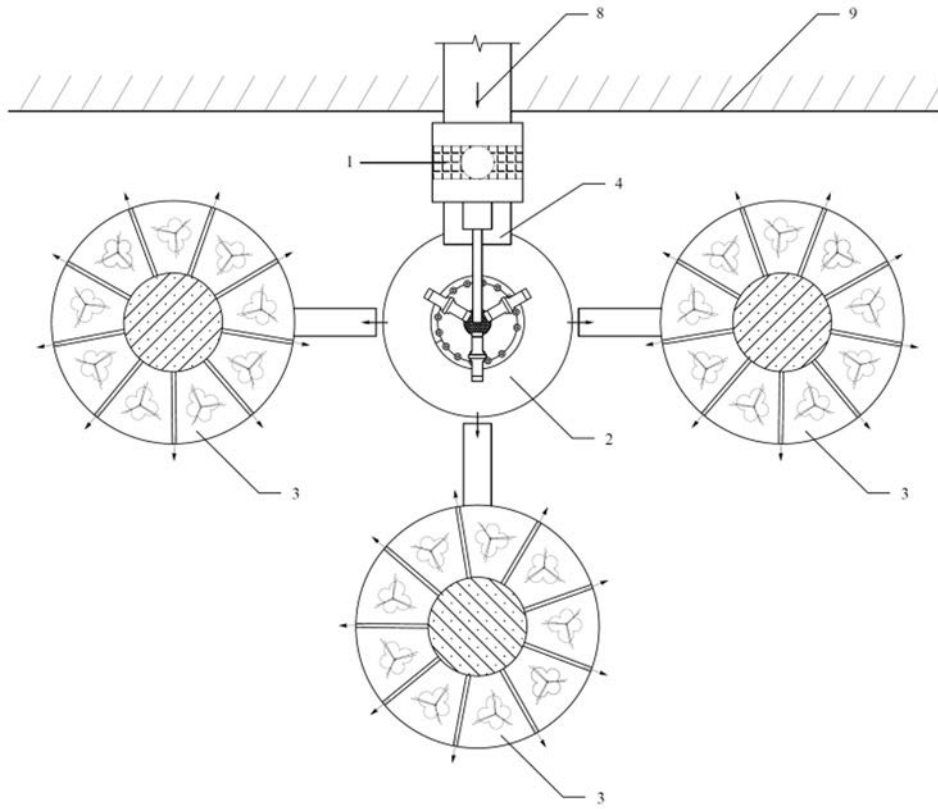


图6